

DWPI

DERWENT-ACC-NO: 1993-379378

DERWENT-WEEK: 199348

COPYRIGHT 1999 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Light beam focussing device for precise impact point observation on component - comprises prim. optical assembly contg. optical fibre, collimating and sec. focussing lenses and reflecting mirror, and display, for mechanical component welding, cutting and marking

INVENTOR: DELORME, B; MEUNIER, G

PATENT-ASSIGNEE: COMMISSARIAT ENERGIE ATOMIQUE[COMS]

PRIORITY-DATA: 1992FR-0003880 (March 31, 1992)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE	PAGES	MAIN-IPC
FR 2689254 A1	October 1, 1993	N/A	031	G02B 027/00

APPLICATION-DATA:

PUB-NO	APPL-DESCRIPTOR	APPL-NO	APPL-DATE
FR 2689254A1	N/A	1992FR-0003880	March 31, 1992

INT-CL\_(IPC): B23K026/02; G02B027/00

ABSTRACTED-PUB-NO: FR 2689254A

BASIC-ABSTRACT: A device is claimed for focussing a light beam incorporating a primary optical assembly (20), able to focus a primary light beam (28), comprising an optical fibre (24), a primary collimating lens (26), a secondary focussing lens (32) and a primary reflecting mirror (30). Some means (22) are also provided to display the impact point (32), on a component (P), of the beam to be focussed. This display takes place by the intermediary of a second beam (60) that is produced from visible light, issued at the point of impact and called the display beam. The means of display are provided for the observation of the impact point of the beam to be focussed, through the primary optical assembly, the axis of the display beam being merged with the axis of the beam to be focussed. The means of display may incorporate a camera and associated optical assembly.

USE/ADVANTAGE - The device is used for focussing a light beam, notably a laser beam associated with a system for the treatment of a mechanical component by welding, cutting, marking, surface treatment or brazing. By merging the operational beam with a display beam the control of such operations is improved, allowing the precise observation of the impact point of the light beam.

CHOSEN-DRAWING: Dwg.1

DERWENT-CLASS: M23 P55 P81 X24

CPI-CODES: M14-A; M23-D05;

EPI-CODES: X24-D03;

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

(11) N° de publication :  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

2 689 254

(21) N° d'enregistrement national :

92 03880

(51) Int Cl<sup>5</sup> : G 02 B 27/00, B 23 K 26/02

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

(12)

(22) Date de dépôt : 31.03.92.

(30) Priorité :

(43) Date de la mise à disposition du public de la  
demande : 01.10.93 Bulletin 93/39.

(56) Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche : *Se reporter à la fin du présent fascicule.*

(60) Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

(71) Demandeur(s) : COMMISSARIAT A L'ENERGIE  
ATOMIQUE Etablissement de Caractère Scientifique,  
Technique et Industriel — FR.

(72) Inventeur(s) : Meunier Gilles et Delorme Bernard.

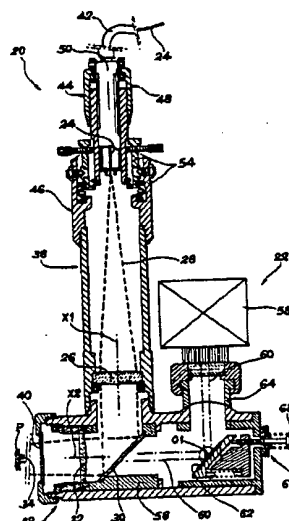
(73) Titulaire(s) :

(74) Mandataire : Brevatome.

(54) Dispositif de focalisation d'un faisceau lumineux.

(57) Ce dispositif comprend des moyens optiques (32), aptes à focaliser un premier faisceau lumineux (28) appelé faisceau à focaliser et des moyens (22) de visualisation du point d'impact, sur une pièce (P), du faisceau à focaliser, cette visualisation ayant lieu par l'intermédiaire d'un faisceau de visualisation (60). Ces moyens de visualisation sont prévus pour l'observation du point d'impact du faisceau à focaliser, à travers les moyens optiques, l'axe du faisceau de visualisation étant confondu avec l'axe du faisceau à focaliser.

Application au soudage de pièces mécaniques.



FR 2 689 254 - A1



## DISPOSITIF DE FOCALISATION D'UN FAISCEAU LUMINEUX

## DESCRIPTION

5 La présente invention concerne un dispositif de focalisation d'un faisceau lumineux.

Elle s'applique notamment au soudage de pièces mécaniques au moyen de lasers de puissance, par exemple de type YAG.

10 On connaît déjà un dispositif de focalisation d'un faisceau lumineux, faisant partie d'un système de transport d'énergie lumineuse qui est schématiquement représenté sur la figure 1.

15 Ce système, qui est par exemple destiné au traitement (soudage, découpage, marquage, traitement de surface ou encore brasage, par exemple) d'une pièce mécanique 2, comprend :

- un laser de puissance 4,
- une fibre optique 6,
- 20 - des moyens optiques de focalisation 8, qui comportent une ou plusieurs lentilles et sont prévus pour focaliser la lumière émise par le laser 4 sur une extrémité de la fibre 6, et
- le dispositif de focalisation 10, qui est
- 25 prévu pour recevoir la lumière transmise par la fibre 6 et pour focaliser cette lumière sur la pièce 2.

Le laser de puissance 4 est par exemple un Laser YAG pulsé.

30 La fibre optique 6 est par exemple de type silice-silice à saut d'indice et le diamètre du coeur de cette fibre est par exemple égal à 600 micromètres, 800 micromètres ou 1000 micromètres.

35 Le dispositif connu 10 a pour fonction de recréer, sur la pièce à traiter 2, l'image d'un point-source, à savoir l'image du coeur de la fibre optique 6

en la face de sortie de celle-ci, la surface du coeur en cette face de sortie étant alors considérée comme surface émettrice.

5 Le dispositif connu 10 est conçu pour obtenir, au point-image, une densité surfacique d'énergie suffisante pour atteindre les températures nécessaires au traitement souhaité.

10 On caractérise donc, en première approximation, le dispositif connu de focalisation en bout de fibre optique par sa capacité à réaliser une homothétie de rapport  $k$  du point-image par rapport au point-source.

15 Ce dispositif connu 10, notamment utilisé dans le domaine du soudage, est schématiquement représenté sur la figure 2 et comprend deux lentilles convergentes classiques  $L1$  et  $L2$  dont les distances focales sont respectivement notées  $f1$  et  $f2$ .

20 La face de sortie de la fibre optique 6 est placée sur l'axe optique  $Z$  commun aux deux lentilles  $L1$  et  $L2$ , à la distance  $f1$  de  $L1$ , de sorte que le faisceau lumineux divergent issu de cette face de sortie est transformé, par la lentille  $L1$ , en un faisceau lumineux dont l'enveloppe a sensiblement la forme d'un cylindre de révolution d'axe  $Z$ .

25 Ce faisceau est focalisé par la lentille  $L2$ . La tache focale qui en résulte est à la distance  $f2$  de  $L2$ .

30 Le point-source (section transversale du coeur de la fibre optique par le plan-objet du dispositif de focalisation 10) a un diamètre  $Ds$  et une surface (surface-source)  $Ss$ .

De même, dans le plan-image du dispositif de focalisation 10, la tache focale obtenue (point-image) a un diamètre  $Di$  et une surface  $Si$ .

35 Le rapport  $Di/Ds$  est égal au rapport  $f2/f1$

qui est précisément le rapport d'homothétie  $k$ .

On en déduit que le rapport  $S_i/S_s$  (qui vaut  $D_i^2/D_s^2$ ) est égal à  $k^2$ .

5 La densité surfacique d'énergie  $DE$  au point-image, que l'on peut exprimer en  $J/cm^2$ , est égale à  $E/S_i$ , l'énergie  $E$  d'une impulsion lumineuse parvenant au point-image étant exprimée en joules et la surface  $S_i$  étant exprimée en  $cm^2$ .

On peut donc écrire :

10 
$$DE = E/(k^2 \cdot S_s)$$

La densité surfacique d'énergie évolue donc de manière inversement proportionnelle au carré du rapport d'homothétie  $k$ .

15 Certaines variantes connues du dispositif de focalisation schématiquement représenté sur la figure 2 peuvent comprendre des expanseurs de faisceau, à quatre lentilles, qui sont spécifiques aux utilisations du dispositif dans le domaine du soudage ou peuvent comprendre des ensembles de sept lentilles, prévus pour  
20 limiter les aberrations sphériques.

D'une manière générale, ces variantes visent à optimiser la qualité du point-image.

Avec un laser de puissance, par exemple un laser YAG pulsé, et en choisissant convenablement le  
25 rapport  $k$ , on arrive, dès les plus basses énergies, à créer au point-image les températures de fusion recherchées dans le domaine du soudage, voire même les températures de vaporisation de la pièce à souder.

En pratique, une fibre optique dont le coeur  
30 a un diamètre égal à 545 micromètres par exemple et qui est associée à un dispositif de focalisation de rapport  $k$  égal à 0,83, permet d'atteindre des températures de vaporisation dès que l'on dépasse une énergie  $E$  de l'ordre de 7 joules.

35 Ces températures, qui sont utiles pour des

opérations de découpage, sont gênantes pour le soudage.

En effet, on met alors en oeuvre des cycles thermodynamiques générateurs de projections de matière en fusion, projections qui sont incompatibles avec la  
5 notion de soudure saine que l'on recherche.

Il est alors nécessaire de trouver un réglage du dispositif de focalisation, permettant d'obtenir les températures qui conduisent aux objectifs de pénétration que l'on se fixe tout en garantissant  
10 l'obtention d'une soudure saine.

Les utilisateurs de lasers pulsés ont alors recours à une sous-focalisation ou à une sur-focalisation, ce qui est schématiquement illustré par la figure 3.

15 Sur cette figure 3, on voit qu'en réglant la distance  $d$  séparant la lentille de focalisation  $L2$  de la pièce à souder 2, on fait varier directement la surface-image sur la pièce 2 (surface du faisceau sur cette pièce 2).

20 La maîtrise de cette distance  $d$ , que l'on appelle la distance de tir, est donc un moyen efficace pour moduler la densité surfacique d'énergie déposée sur la pièce 2.

Dans le cas d'une sous-focalisation (figure  
25 3-A),  $d$  est inférieur à  $f2$  et la surface-image est notée  $S'i$ ; dans le cas d'une focalisation (figure 3-B),  $d$  est égal à  $f2$  et la surface-image est notée  $Si$ ,  $S'i$  étant supérieur à  $Si$ ; enfin, dans le cas d'une sur-focalisation (figure 3-C),  $d$  est supérieur à  $f2$  et  
30 la surface-image est notée  $S''i$ ,  $S''i$  étant également supérieur à  $Si$ .

La figure 4 illustre schématiquement le principe de réalisation d'un cordon de soudure sur la pièce 2, au moyen d'un laser de puissance pulsé.

35 Sur la figure 4, on voit un plan de joint 12

qui sépare deux éléments 14 et 16 de la pièce 2 que l'on veut souder l'un à l'autre.

Le sens de progression de la soudure est représenté par une flèche F qui est parallèle au plan de joint 12.

Les points de soudure 18 sont juxtaposés avec un pas d'avance p adéquat pour garantir la continuité du cordon de soudure pour une pénétration donnée.

On suppose qu'on a recours à une sous-focalisation du faisceau sur la pièce 2, ce qui est le cas le plus fréquent.

On travaille donc avec une image dont la surface S'i est supérieure à Si.

On vient d'exposer l'état de l'art en matière de soudage par fibre optique.

La présente invention résout le problème du contrôle des pièces que l'on veut souder, avant, et éventuellement pendant, la soudure de ces pièces, tout en assurant la coaxialité du faisceau infrarouge permettant la soudure et le faisceau de lumière visible permettant l'observation du point d'impact du faisceau infrarouge sur les pièces pour faire le contrôle.

Pour résoudre ce problème, la présente invention utilise, en plus des moyens optiques prévus pour focaliser le faisceau infrarouge, des moyens de visualisation, que l'on peut appeler "module vidéo" et qui sont adjoints aux moyens optiques de focalisation du faisceau infrarouge (encore appelés "stylo de focalisation").

Ces moyens de visualisation permettent d'observer avec précision le point d'impact du faisceau infrarouge.

De façon précise, la présente invention a pour objet un dispositif de focalisation d'un faisceau lumineux, ce dispositif comprenant des premiers moyens

optiques, aptes à focaliser un premier faisceau lumineux appelé faisceau à focaliser, ce dispositif étant caractérisé en ce qu'il comprend en outre des moyens de visualisation du point d'impact, sur une  
5 pièce, du faisceau à focaliser, cette visualisation ayant lieu par l'intermédiaire d'un deuxième faisceau qui est fait de lumière visible, issu du point d'impact et appelé faisceau de visualisation, et en ce que ces  
10 moyens de visualisation sont prévus pour l'observation du point d'impact du faisceau à focaliser, à travers les premiers moyens optiques, l'axe du faisceau de visualisation étant confondu avec l'axe du faisceau à focaliser.

De préférence, les moyens de visualisation  
15 sont indépendants (détachables) des moyens de focalisation du premier faisceau lumineux (qui dans le cas particulier du soudage est un faisceau infrarouge issu d'un laser de puissance).

Ceci permet, en fonction des particularités  
20 et des contraintes de chaque application, d'adapter tel ou tel module vidéo spécifique.

Les premiers moyens optiques peuvent comprendre :

- une fibre optique prévue pour fournir le  
25 faisceau à focaliser,

- une première optique de collimation prévue pour recevoir le faisceau lumineux fourni par la fibre optique, ce faisceau étant divergent, et pour transformer celui-ci en un faisceau à rayons  
30 parallèles,

- une deuxième optique de focalisation prévue pour recevoir ce faisceau à rayons parallèles et pour focaliser celui-ci, et

- un premier miroir qui est apte à réfléchir  
35 le faisceau à focaliser, transparent à la lumière



visible, placé sur le trajet du faisceau à rayons parallèles et incliné par rapport à l'axe de la deuxième optique de focalisation de façon à réfléchir ce faisceau à rayons parallèles vers cette deuxième  
5 optique.

Le dispositif objet de l'invention peut comprendre en outre des moyens de réglage angulaire de l'extrémité de la fibre optique qui est située en regard de la première optique de collimation.

10 Ceci permet de faire coïncider l'axe du faisceau issu de la fibre optique avec l'axe optique de la première optique de collimation lorsque la face d'extrémité de la fibre optique (d'où sort le faisceau lumineux) n'est pas perpendiculaire à l'axe de la fibre  
15 optique (ce qui est généralement le cas).

Le dispositif objet de l'invention peut aussi comprendre des moyens de réglage de la distance entre cette extrémité de la fibre optique et la première optique de collimation.

20 Ceci permet, dans le cas d'un soudage, de conserver la distance de tir (derrière la deuxième optique de focalisation) quelle que soit la première optique de collimation.

Selon un premier mode de réalisation  
25 particulier du dispositif objet de l'invention, les moyens de visualisation comprennent :

- une caméra qui est prévue pour recevoir le faisceau de visualisation lorsque celui-ci a traversé le premier miroir, et

30 - un deuxième miroir qui est orientable, apte à réfléchir la lumière visible, placé sur le trajet du faisceau de visualisation entre le premier miroir et la caméra et incliné par rapport à l'axe optique de la deuxième optique de focalisation, de façon à réfléchir  
35 le faisceau de visualisation vers la caméra.

Un deuxième mode de réalisation particulier est avantageusement utilisable lorsqu'on veut contrôler l'obturation d'un trou par fusion de la matière dans laquelle est formée ce trou, sachant qu'il est impossible d'éclairer ce trou de façon indirecte et que  
5 l'obturation (par un faisceau laser infrarouge) a lieu à travers plusieurs hublots.

Selon ce deuxième mode de réalisation particulier, les moyens de visualisation comprennent :

10 - des moyens d'éclairage qui sont prévus pour émettre un faisceau d'éclairage fait de lumière visible,

- une caméra orientable qui est prévue pour recevoir le faisceau de visualisation réfléchi par la pièce, lorsque ce faisceau a traversé le premier miroir, et  
15

- un troisième miroir comportant un perçage en son centre, apte à réfléchir la lumière visible, placé sur le trajet du faisceau de visualisation, entre  
20 le premier miroir et la caméra et incliné par rapport à l'axe optique de la deuxième optique de focalisation, la caméra recevant le faisceau de visualisation lorsque celui-ci a traversé le perçage du troisième miroir, les moyens d'éclairage étant disposés en regard du  
25 troisième miroir de façon que celui-ci réfléchisse le faisceau émis par ces moyens d'éclairage vers le premier miroir, suivant l'axe optique de la deuxième optique de focalisation de sorte que les axes respectifs du faisceau d'éclairage, du faisceau de  
30 visualisation et du faisceau à visualiser sont confondus.

Les moyens d'éclairage peuvent comprendre un fibroscope d'éclairage.

Dans ce cas, le dispositif peut comprendre en  
35 outre des moyens d'orientation du fibroscope.

Ceci permet de s'affranchir de réflexions lumineuses parasites, par exemple celles qui sont engendrées par les faces des hublots dont il a été question plus haut.

5 Le dispositif objet de l'invention peut comprendre en outre :

- une autre optique de collimation qui est placée en regard du fibroscope, et

- un masque circulaire qui est apte à  
10 absorber la lumière issue de ce fibroscope, qui est placé sur cette autre optique de collimation, du côté du fibroscope et dont le diamètre est choisi de façon à former, après cette autre optique de collimation, un faisceau lumineux tubulaire à partir du faisceau émis  
15 par le fibroscope.

La présente invention sera mieux comprise à la lecture de la description d'exemples de réalisation donnés ci-après à titre purement indicatif et nullement limitatif, en faisant référence aux dessins annexés sur  
20 lesquels :

- la figure 1 est une vue schématique d'un système connu de transport d'énergie lumineuse et a déjà été décrite,

- la figure 2 est une vue schématique d'un  
25 dispositif connu de focalisation d'un faisceau lumineux, ce dispositif faisant partie du système représenté sur la figure 1, et a déjà été décrite,

- la figure 3 illustre schématiquement une sous-focalisation, une focalisation et une sur-  
30 focalisation d'un faisceau lumineux sur une pièce et a déjà été décrite,

- la figure 4 illustre schématiquement la réalisation d'un cordon de soudure au moyen d'un faisceau laser de puissance sous-focalisé, issu d'un  
35 dispositif connu de focalisation, et a déjà été

décrite,

5 - la figure 5A est une vue schématique d'un premier mode de réalisation particulier du dispositif de focalisation objet de l'invention, utilisant une source d'éclairage extérieure au dispositif pour la visualisation,

- la figure 5B illustre schématiquement des moyens d'orientation d'un miroir que comporte le dispositif de la figure 5A,

10 - la figure 6 illustre schématiquement l'obtention de la coaxialité du faisceau que l'on veut focaliser avec l'axe optique d'une optique de collimation faisant partie du dispositif représenté sur la figure 5A, et

15 - la figure 7 est une vue schématique d'un deuxième mode de réalisation particulier du dispositif objet de l'invention, dans lequel les moyens de visualisation comprennent un fibroscope d'éclairage.

20 On va donc décrire dans ce qui suit deux sortes de moyens ou modules de visualisation.

Le premier de ces modules de visualisation (figures 5A et 5B) est par exemple utilisable pour des opérations de soudage ou de découpage classiques.

25 Le deuxième de ces modules de visualisation est notamment utilisable pour l'obturation, à travers une enceinte de confinement, d'un réservoir de gaz sous pression, le stylo de focalisation se trouvant à l'extérieur de l'enceinte de confinement.

30 En fait, cette application n'est qu'un exemple parmi d'autres.

En effet, l'association du stylo de focalisation conforme à l'invention et de ces deuxièmes moyens de visualisation (voir la figure 7) est bien adaptée à un montage sur un robot ou au sein d'un  
35 dispositif embarqué (par exemple pour une intervention

en milieu hostile).

Le dispositif conforme à l'invention, qui est schématiquement représenté sur la figure 5A, est par exemple utilisable pour le traitement d'une pièce P par un faisceau de lumière infrarouge, issu d'un laser infrarouge de puissance.

Le dispositif de la figure 5A comprend :

- des moyens 20 de focalisation du faisceau infrarouge, que l'on peut aussi appeler "module de traitement" et

- des moyens 22 de visualisation, ou module de visualisation, dont les composants peuvent être séparés du module de traitement en vue de changer de module de visualisation (suivant l'application souhaitée).

Le module 20 de traitement comprend essentiellement :

- une fibre optique 24 prévue pour transmettre le faisceau de lumière infrarouge,

- une première lentille de collimation 26 dont l'axe optique est noté X1, qui reçoit le faisceau infrarouge divergent 28 issu de la fibre 24 et qui transforme ce faisceau en un faisceau à rayons parallèles,

- un miroir 30 qui réfléchit totalement la lumière infrarouge et qui est transparent aux longueurs d'onde du domaine visible, ce miroir 30 étant prévu pour dévier à 90° le faisceau à rayons parallèles issu de la lentille 26, et

- une deuxième lentille de focalisation 32 dont l'axe optique est noté X2, les axes optiques X1 et X2 étant sécants et perpendiculaires l'un à l'autre, la lentille 32 étant prévue pour focaliser le faisceau parallèle réfléchi par le miroir 30 de manière à obtenir un point d'impact 34 de lumière infrarouge sur

la pièce P.

Le module 20 de traitement comprend un corps en deux parties, à savoir :

5       - un sous-ensemble cylindrique 36 qui assure la préhension et le réglage de la fibre 24 ainsi que l'obtention du faisceau à rayons parallèles, et

      - un sous-ensemble parallélépipédique 38 assurant la déflexion à 90° du faisceau parallèle et la focalisation de celui-ci sur la pièce P.

10       On voit aussi sur la figure 5A une fenêtre 40 transparente à la lumière infrarouge, que traverse le faisceau infrarouge focalisé et qui protège l'intérieur du module 20 de traitement contre diverses projections de matière susceptibles de se produire lors du  
15       traitement de la pièce P.

      En cas de traitement dans un milieu hostile à la propagation d'un faisceau infrarouge (poussières, atmosphère humide, ...), il est préférable de mettre la chambre optique infrarouge constituée par les deux  
20       sous-ensembles 36 et 38 en légère surpression (en envoyant un gaz protecteur approprié dans cette chambre, par exemple à travers l'enveloppe protectrice 42 de la fibre optique 24), afin de former un "manchon gazeux" de protection pour le faisceau infrarouge.

25       Comme on le voit sur la figure 5A, la partie supérieure du sous-ensemble 36 comprend :

      - des moyens 44, réalisables par l'homme du métier, permettant la préhension de la fibre optique 24 ainsi qu'un déplacement en translation de cette fibre  
30       24 suivant son axe, et

      - des moyens 46 permettant une inclinaison de la fibre, de l'ordre de 4° par exemple, autour du point d'intersection de l'axe de cette fibre et de la face d'extrémité de la fibre (comme on le verra mieux sur la  
35       figure 6).

On explique ci-après l'intérêt de ce réglage en translation et de cette inclinaison de la fibre.

Un déplacement par translation de la fibre suivant l'axe de celle-ci est utile du fait des tolérances relativement larges sur les distances focales des lentilles 26 et 32.

En effet, si l'on désire un faisceau parfaitement collimaté après la lentille 26, il faut pouvoir déplacer la fibre optique jusqu'à la distance focale réelle de cette lentille 26.

Comme on le voit sur la figure 5A, une rotation de l'écrou 48, auquel est fixé le connecteur optique 50 portant la fibre optique 24 permet cette translation.

On notera également que cette translation de la fibre permet un réglage de la taille de la surface si définie plus haut.

En fait, il s'agit de recréer artificiellement une sur-focalisation ou une sous-focalisation sans pour autant modifier la distance de tir.

La possibilité d'inclinaison de la fibre optique de  $4^\circ$  dans toutes les directions grâce aux moyens 46 est intéressante du fait qu'il est impossible de garantir de manière simple la perpendicularité de la face d'extrémité de la fibre 24 par rapport à l'axe de cette fibre.

Ce défaut résulte :

- des imperfections de préparation des faces des fibres optiques par polissage ou par fracture et
- de la difficulté d'ajuster des pièces de centrage sur les fibres du fait des risques de détérioration de la silice dont sont faites généralement ces fibres et qui supporte mal les contraintes mécaniques.

On indique ci-après les avantages apportés par ces réglages de translation et de rotation.

La collimation parfaite du faisceau infrarouge derrière la lentille 26, grâce au réglage de la fibre en translation rectiligne, permet :

- de minimiser les risques de perte d'énergie par troncature du faisceau infrarouge sur les éléments mécaniques du stylo de focalisation, et

- d'avoir, à l'entrée de la lentille 32, un faisceau toujours collimaté, c'est-à-dire une configuration idéale, notamment en cas d'échange de la lentille 26 (ceci garantit la conservation de la distance de tir derrière la lentille 32 quelle que soit cette lentille 26).

En ce qui concerne l'avantage apporté par la rotation de l'extrémité de la fibre, on se reportera à la figure 6.

On voit sur la partie A de cette figure 6 le cas idéal où l'axe Y de la fibre 24 est confondu avec l'axe optique de la lentille 26 et l'axe du faisceau 28 issu de la fibre 24.

On voit sur la partie B de la figure 6 le cas réel où l'angle entre la face d'extrémité 52 de la fibre 24 et l'axe Y de cette fibre est différent de  $90^\circ$ .

Alors, il en résulte une déviation du faisceau, l'axe Z de ce faisceau ne coïncidant plus avec l'axe Y de la fibre (ce dernier étant encore confondu avec l'axe optique de la lentille 26).

Dans ces conditions, il existe un risque de troncature du faisceau sur les éléments optiques.

La partie C de la figure 6 montre un réglage angulaire permettant de recentrer le faisceau d'axe Z par rapport à la lentille 26 tout en permettant à l'axe du faisceau d'être confondu avec l'axe optique de la



lentille 26.

5 Ce réglage angulaire est une inclinaison de la fibre 24 autour du point 0 qui est l'intersection entre la face d'extrémité 52 de la fibre et l'axe optique Y de celle-ci.

En revenant à la figure 5A, on voit que ce réglage angulaire est permis par un système à double tourelle 54 réalisable par l'homme du métier.

10 On remarquera que, quel que soit le réglage angulaire apporté à la fibre, la face d'extrémité de celle-ci reste sur l'axe optique tant en profondeur que dans un plan perpendiculaire à celui-ci.

15 Ceci est rendu possible par la position de la fibre à l'intersection des axes de basculement des tourelles.

Si cette coaxialité est correctement réalisée en amont de la lentille 26, le faisceau infrarouge est alors centré sur toute la chaîne optique du stylo de focalisation.

20 On peut considérer le faisceau infrarouge comme un faisceau maître.

25 C'est par rapport à ce faisceau qu'on effectue ensuite le réglage du faisceau de visualisation permettant d'observer le point d'impact du faisceau infrarouge sur la pièce P.

Dans le cas de la figure 7, c'est également par rapport à ce faisceau maître qu'on effectue ensuite le réglage du faisceau d'éclairage issu du fibroscope d'éclairage que comporte le dispositif de la figure 7.

30 Ces faisceaux de visualisation et d'éclairage peuvent être considérés comme des faisceaux esclaves.

Le sous-ensemble 38 (figure 5A) assure la déviation à 90° du faisceau infrarouge et la focalisation de celui-ci sur la pièce à traiter P.

35 Le miroir 30 ainsi que la lentille de

focalisation 32 sont montés dans une chambre optique cylindrique ou cartouche 56, ce qui facilite les opérations d'entretien.

5 Le miroir 30 peut être maintenu par des lames-ressorts (non représentées) et reposer sur trois points réglables (non représentés), ce qui permet un éventuel réglage de perpendicularité de la déviation sur un banc optique.

10 Ce miroir 30 peut être fait du matériau commercialisé sous le nom BK7 et traité multicouches pour obtenir une réflectivité maximale pour une longueur d'onde de 1064 nm.

Ce type de miroir est totalement transparent pour la lumière visible.

15 Ceci permet d'effectuer la visée de la pièce P à travers ce miroir 30.

20 On décrit maintenant le module 22 de visualisation (le cas de la figure 5A correspondant à un éclairage indirect de la pièce P (éclairage naturel ou artificiel) pour former le faisceau de visualisation.

On voit que le module 22 de visualisation est monté à l'arrière du sous-ensemble 38.

25 Ce module 22 de visualisation comprend essentiellement :

- une caméra 58 de type classique ou à transfert de charges qui reçoit le faisceau de visualisation 60 et qui permet d'observer le point d'impact du faisceau infrarouge sur la pièce P, et  
30 - un miroir orientable 62 qui intercepte le faisceau de visualisation 60 lorsque celui-ci a traversé le miroir 30, et qui dévie ce faisceau 60 à 90° pour l'envoyer vers la caméra 58 (munie d'un objectif réglable non représenté).

35 Cet objectif réglable permet de régler la

netteté de l'image sur l'écran (non représenté) associé à la caméra 58.

Un tel réglage est possible quelle que soit la sous-focalisation ou la sur-focalisation adoptée pour le traitement à réaliser.

On voit sur la figure 5A que la caméra 58 est montée sur une pièce 64 permettant une rotation de la caméra 58, de manière à pouvoir positionner judicieusement sur l'écran l'image de la pièce à usiner P.

Il n'est pas évident d'assurer, par construction, la coaxialité du faisceau infrarouge et du faisceau de visualisation.

C'est pourquoi le miroir 62 est orientable afin de garantir une image correctement centrée sur l'écran associé à la caméra.

Ce miroir 62 est déplaçable autour du point 01 d'un angle de  $4^{\circ}$  par exemple, le point 01 étant l'intersection de l'axe optique X2 de la lentille 32 et de la face réfléchissante du miroir 62, le déplacement étant possible dans toutes les directions.

Ceci permet de compenser largement tous les défauts mécaniques de positionnement dus aux tolérances de construction et aux jeux fonctionnels.

Un tel réglage angulaire permet aussi le recentrage du faisceau de visualisation sur le faisceau infrarouge.

On voit sur la figure 5A et sur la figure 5B les moyens 66 (réalisables par l'homme du métier) pour le réglage angulaire du miroir 62 ainsi que des molettes de réglage 68.

L'éclairement de la pièce P doit être suffisant pour que le seuil de sensibilité de la caméra 58 soit atteint (un éclairage d'appoint étant utilisé si ce n'est pas le cas).

Le dispositif de visualisation conforme à l'invention, qui est schématiquement représenté sur la figure 7, comprend encore le module de traitement 20 auquel on adjoint un autre module de visualisation 70 (qui remplace le module de visualisation 22).

Dans le cas de la figure 7, trois faisceaux sont mis en oeuvre, à savoir le faisceau infrarouge 28, le faisceau de visualisation 60 et un faisceau d'éclairage 72.

Le dispositif représenté sur la figure 7 présente l'avantage sur celui de la figure 5A de permettre l'éclairage de la pièce suivant l'axe de visée constitué par l'axe X2).

Le module de visualisation 70 comprend essentiellement :

- un fibroscope d'éclairage 74 prévu pour fournir le faisceau d'éclairage 72 de lumière visible,
- un miroir 76 apte à réfléchir le faisceau 72 vers le miroir 30, le miroir 76 étant incliné sur l'axe X2 de la lentille de focalisation 32,
- une caméra orientable 78 de type classique ou à transfert de charges, prévue pour observer le point d'impact du faisceau infrarouge sur la pièce traitée (non représentée) grâce au faisceau de visualisation 60 résultant de la réflexion, par cette pièce, du faisceau d'éclairage 72.

Comme on le voit sur la figure 7, le miroir 76 comporte un perçage 80 en son centre, ce perçage permettant le passage du faisceau de visualisation en direction de la caméra 78.

Une application possible du dispositif de la figure 7 est la fermeture d'une enceinte remplie de gaz sous pression ; pour ce faire, il est nécessaire de viser un trou de l'ordre de quelques dixièmes de millimètre de diamètre de manière à obturer ce trou

grâce au faisceau laser infrarouge 28 et le module de visualisation 70 permet cette visée.

Dans l'application considérée, le trou est situé à 250 millimètres de la lentille 32 dans un puits  
5 totalement sombre.

De plus, la visée doit se faire à travers plusieurs hublots très épais.

Le dispositif de la figure 7 permet de réaliser la coaxialité du faisceau d'éclairage et du  
10 faisceau de visualisation vis-à-vis du faisceau maître infrarouge dont la direction de propagation, bien que préréglée, peut être considérée comme quelconque.

La pièce traitée doit avoir un excellent état de surface de manière à présenter une réflectivité  
15 élevée, afin de réfléchir une partie du faisceau lumineux d'éclairage incident en direction de la caméra (le faisceau réfléchi étant le faisceau de visualisation).

Pour la visée considérée, un facteur de  
20 perturbation important réside dans le nombre faces optiques traversées sans compter les éléments internes du stylo de focalisation.

En effet, chaque face de hublot rencontrée par le faisceau d'éclairage provoque, en direction de  
25 la caméra, des réflexions parasites qui sont suffisantes pour masquer l'image du trou à observer.

C'est pourquoi le fibroscope 74 est muni de moyens 82 de réglage angulaire permettant l'inclinaison de l'axe X3 du faisceau issu de ce fibroscope dans une  
30 cône dont le demi-angle au sommet est de l'ordre de  $4^\circ$  et dont le sommet est le centre 02 du miroir 80 (par lequel passe l'axe X2 de la lentille 32).

On s'affranchit ainsi des réflexions parasites en donnant au faisceau lumineux d'éclairage  
35 un angle suffisant pour que les rayons parasites

s'écartent de la surface sensible de la caméra.

Dans l'exemple représenté sur la figure 7, le diamètre du perçage 80 du miroir 76 est égal à 1 millimètre, ce qui contribue également à l'élimination de ces réflexions parasites.

Le module de visualisation 70 comprend également une lentille de collimation 84 qui est placée devant le fibroscope 74 et qui transforme le faisceau d'éclairage 72 divergent en un faisceau à rayons parallèles.

De plus, un masque 86 opaque au faisceau d'éclairage, en forme de disque, dont le diamètre est inférieur à celui de la lentille 84 et dont l'axe est confondu avec l'axe optique de cette lentille 84 est placé contre cette dernière, du côté du fibroscope.

On obtient ainsi, derrière ce masque, un faisceau de forme tubulaire.

Cette forme du faisceau d'éclairage permet d'éviter les réflexions parasites que pourrait engendrer la lentille 32 de focalisation d'une part et la lame de protection 40 d'autre part.

Toutefois, le faisceau d'éclairage redevient sensiblement cylindrique à quelques centimètres au-delà de la lentille 32, la lumière traitée n'étant pas cohérente.

La lentille de collimation 84 peut être munie de moyens de translation rectiligne (non représentés) permettant la focalisation du faisceau d'éclairage à une distance souhaitée.

Une telle focalisation réglable représente également un moyen d'éliminer les réflexions parasites.

La caméra 78 est munie d'un objectif réglable en translation rectiligne (non représenté), permettant d'assurer la netteté de l'image sur l'écran associé à cette caméra quelle que soit la sous-focalisation ou la

sur-focalisation choisie pour le traitement de la pièce.

De plus, comme on le voit sur la figure 7, la caméra 78 est munie de moyen 88 réalisables par l'homme  
5 du métier, permettant d'incliner la caméra d'un angle de  $4^{\circ}$  dans toute les directions autour du point 02 (centre du perçage 80 du miroir 76).

On peut ainsi obtenir de bonnes images d'un trou de faible diamètre (de quelques dixièmes de  
10 millimètre).

15

20

25

30

35

## REVENDICATIONS

1. Dispositif de focalisation d'un faisceau lumineux, ce dispositif comprenant des premiers moyens optiques (20), aptes à focaliser un premier faisceau lumineux (28) appelé faisceau à focaliser, ce dispositif étant caractérisé en ce qu'il comprend en outre des moyens (22, 70) de visualisation du point d'impact (32), sur une pièce (P), du faisceau à focaliser, cette visualisation ayant lieu par l'intermédiaire d'un deuxième faisceau (60) qui est fait de lumière visible, issu du point d'impact et appelé faisceau de visualisation, et en ce que ces moyens de visualisation sont prévus pour l'observation du point d'impact du faisceau à focaliser, à travers les premiers moyens optiques, l'axe du faisceau de visualisation étant confondu avec l'axe du faisceau à focaliser.

2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que les premiers moyens optiques (20) comprennent :

- une fibre optique (24) prévue pour fournir le faisceau à focaliser (28),
- une première optique de collimation (26) prévue pour recevoir le faisceau lumineux fourni par la fibre optique, ce faisceau étant divergent, et pour transformer celui-ci en un faisceau à rayons parallèles,
- une deuxième optique de focalisation (32) prévue pour recevoir ce faisceau à rayons parallèles et pour focaliser celui-ci, et
- un premier miroir (30) qui est apte à réfléchir le faisceau à focaliser, transparent à la lumière visible, placé sur le trajet du faisceau à rayons parallèles et incliné par rapport à l'axe de la



deuxième optique de focalisation de façon à réfléchir ce faisceau à rayons parallèles vers cette deuxième optique.

3. Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce qu'il comprend en outre des moyens (46) de réglage angulaire de l'extrémité de la fibre optique (24) qui est située en regard de la première optique de collimation (26).

4. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 2 et 3, caractérisé en ce qu'il comprend en outre des moyens (44) de réglage de la distance entre cette extrémité de la fibre optique (24) et la première optique de collimation (26).

5. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 2 à 4, caractérisé en ce que les moyens de visualisation (22) comprennent :

- une caméra (58) qui est prévue pour recevoir le faisceau de visualisation (60) lorsque celui-ci a traversé le premier miroir (30), et
- un deuxième miroir (62) qui est orientable, apte à réfléchir la lumière visible, placé sur le trajet du faisceau de visualisation entre le premier miroir (30) et la caméra (58) et incliné par rapport à l'axe optique de la deuxième optique de focalisation, de façon à réfléchir le faisceau de visualisation vers la caméra.

6. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 2 à 4, caractérisé en ce que les moyens (70) de visualisation comprennent :

- des moyens d'éclairage (74) qui sont prévus pour émettre un faisceau d'éclairage (72) fait de lumière visible,
- une caméra orientable (78) qui est prévue pour recevoir le faisceau de visualisation (60) réfléchi par la pièce, lorsque ce faisceau a traversé

Le premier miroir (30), et

- un troisième miroir (76) comportant un perçage (80) en son centre, apte à réfléchir la lumière visible, placé sur le trajet du faisceau de visualisation (60), entre le premier miroir (30) et la caméra (78) et incliné par rapport à l'axe optique de la deuxième optique de focalisation (32), la caméra recevant le faisceau de visualisation lorsque celui-ci a traversé le perçage du troisième miroir, les moyens d'éclairage (74) étant disposés en regard du troisième miroir (76) de façon que celui-ci réfléchisse le faisceau émis par ces moyens d'éclairage vers le premier miroir, suivant l'axe optique de la deuxième optique de focalisation de sorte que les axes respectifs du faisceau d'éclairage, du faisceau de visualisation et du faisceau à visualiser sont confondus.

7. Dispositif selon la revendication 6, caractérisé en ce que les moyens d'éclairage comprennent un fibroscope d'éclairage (74).

8. Dispositif selon la revendication 7, caractérisé en ce qu'il comprend en outre des moyens (82) d'orientation du fibroscope (74).

9. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 7 et 8, caractérisé en ce qu'il comprend en outre :

- une autre optique de collimation (84) qui est placée en regard du fibroscope (74), et

- un masque circulaire (86) qui est apte à absorber la lumière issue de ce fibroscope, qui est placé sur cette autre optique de collimation, du côté du fibroscope et dont le diamètre est choisi de façon à former, après cette autre optique de collimation, un faisceau lumineux tubulaire à partir du faisceau (72) émis par le fibroscope.

1/5

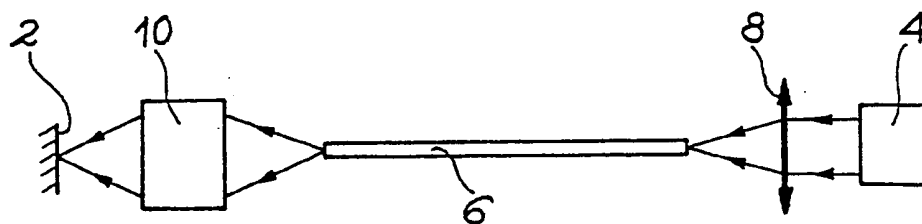


FIG. 1

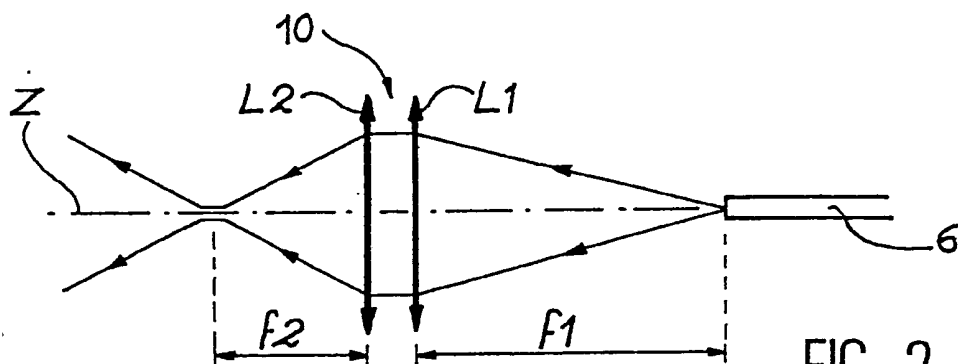


FIG. 2

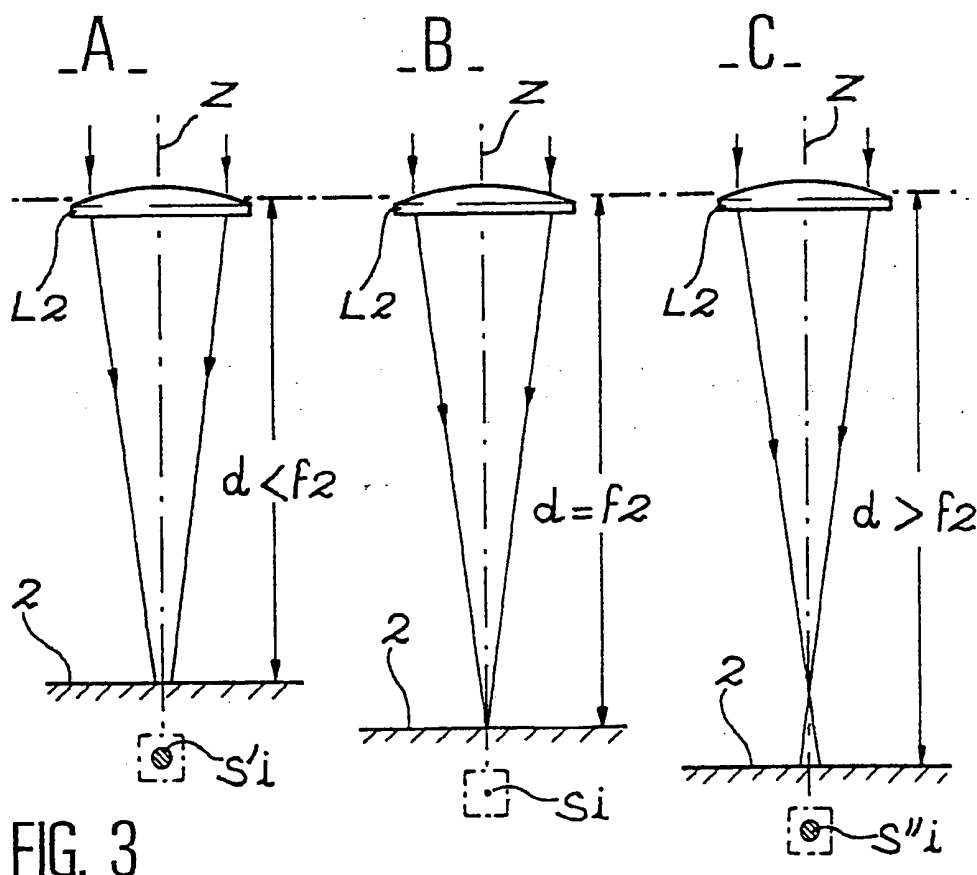
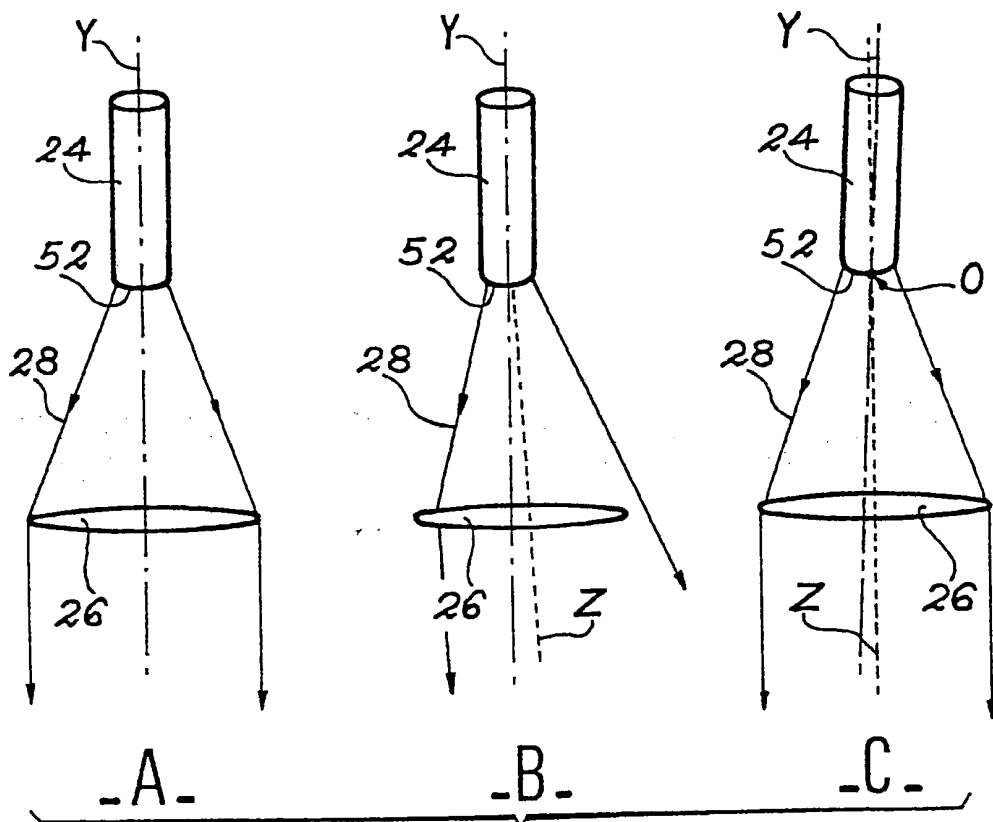
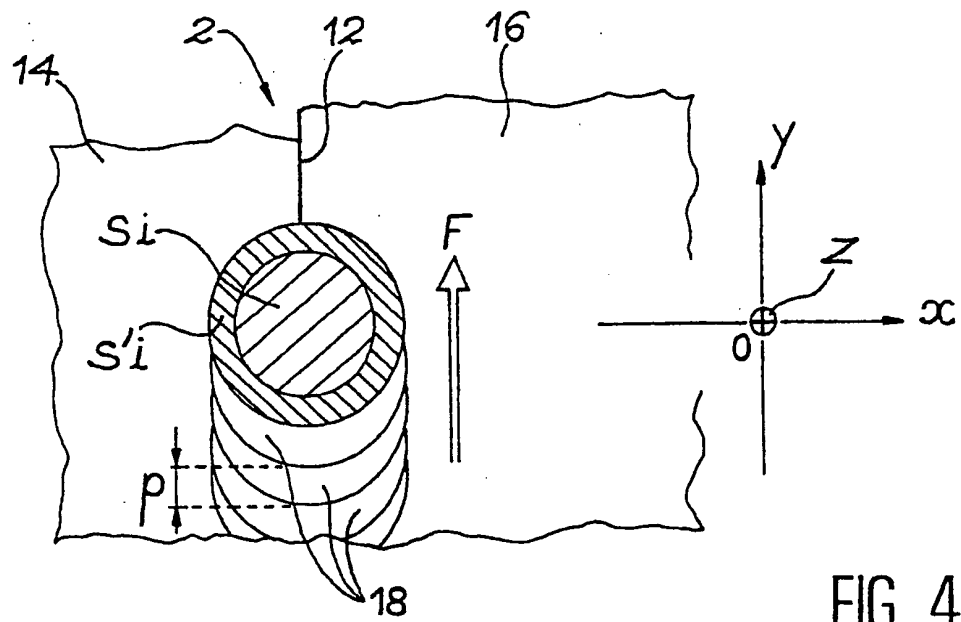


FIG. 3

2 / 5





4/5

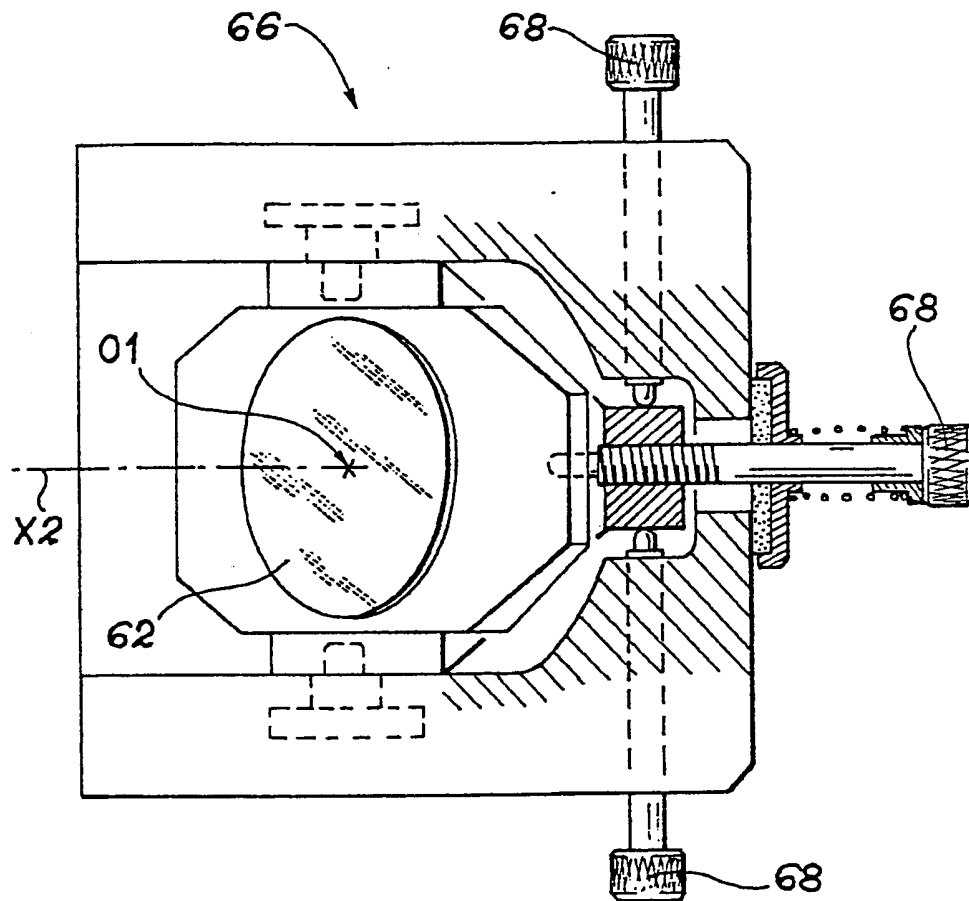
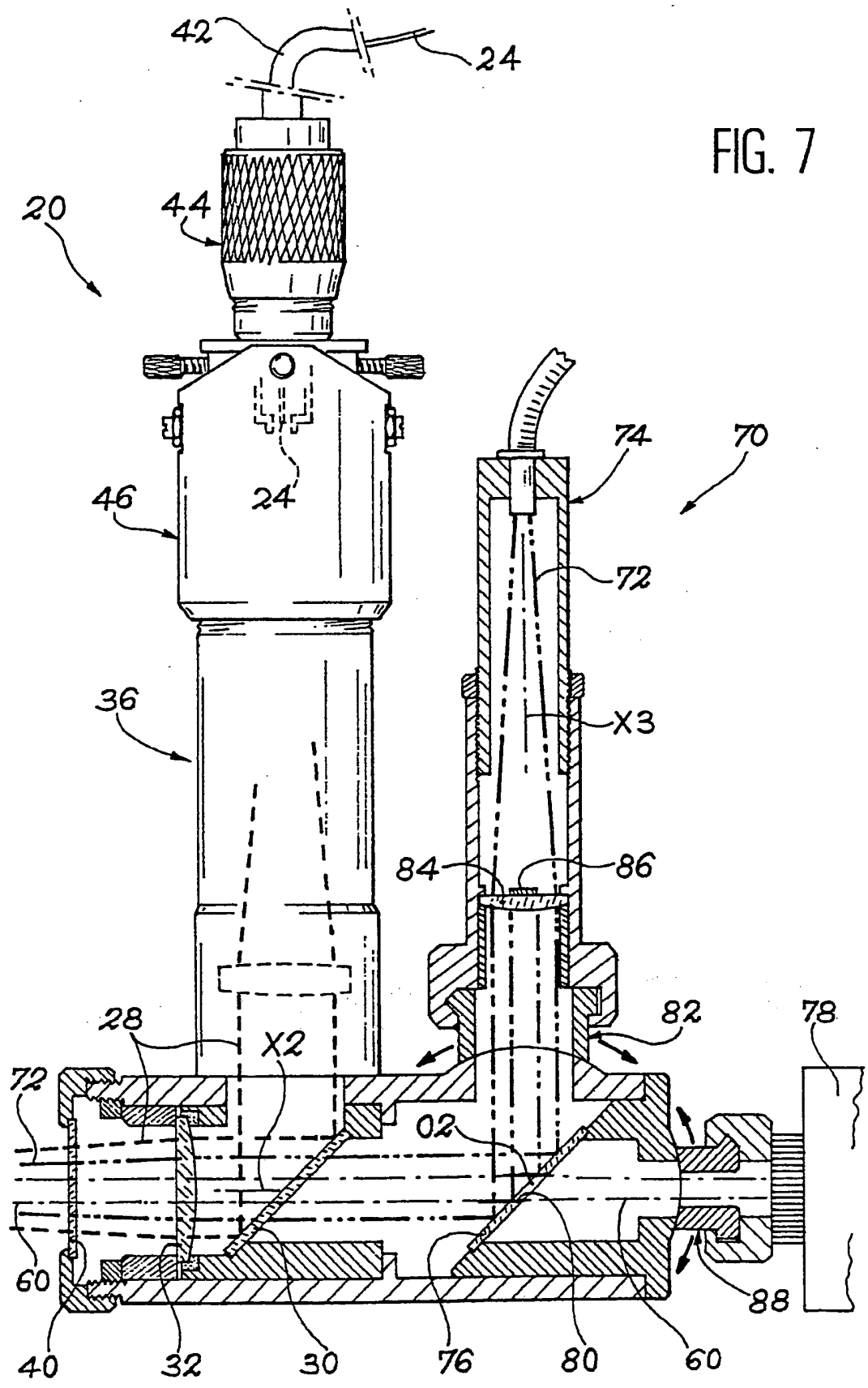


FIG. 5B

5/5

FIG. 7



INSTITUT NATIONAL  
de la  
PROPRIETE INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE  
établi sur la base des dernières revendications  
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement  
national

FR 9203880  
FA 472051

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
X	INTERNATIONAL CONFERENCE ON INDUSTRIAL ELECTRONICS, CONTROL AND INSTRUMENTATION 3 Novembre 1987, CAMBRIDGE, MA, US pages 717 - 721 VANZETTI ET AL 'New Laser Soldering has Vision'	1
A	* page 718, colonne de gauche; figure 2 *	2,5-7
X	TECHNICAL DIGEST - WESTERN ELECTRIC. ANNEE 1968/1975: 2EME EXEMPLAIRE B-00-120 no. 20, Octobre 1970, NEW YORK US pages 19 - 20 CHARSCHAN ET AL 'Laser Scribing Apparatus'	1
A	* le document en entier *	2,5,6
X	EP-A-0 459 394 (HITACHI)	1
A	* colonne 4, ligne 15 - ligne 58 * * colonne 5, ligne 1 - ligne 34; figure 1 *	2,5,6
X	MISSILES AND ROCKETS vol. 14, no. 9, Mars 1964, US pages 38 - 39 'Laser Welding System'	1
A	* le document en entier *	2,5,6
X	INSTRUMENTS AND EXPERIMENTAL TECHNIQUES no. 6, Novembre 1987, NEW YORK US pages 1494 - 1495 RYABUKHO ET AL 'Laser Optical System with Television Attachment'	1
A	* le document en entier *	2,5,6
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 14, no. 271 (M-983)(4214) 12 Juin 1990 & JP-A-28 0 189 ( FUJI ELECTRIC ) 20 Mars 1990 * abrégé *	1,5-7
Date d'achèvement de la recherche 19 NOVEMBRE 1992		Examinateur WARD S.M.
<p><b>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</b></p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'un moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons &amp; : membre de la même famille, document correspondant</p>		